



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94190641.8

[51]Int.Cl⁶

H04B 7/04

[43]公开日 1996年3月20日

[22]申请日 94.8.24

[30]优先权

[32]93.8.27 [33]US[31]08/112,392

[86]国际申请 PCT/US94/09657 94.8.24

[87]国际公布 WO95/06365 英 95.3.2

[85]进入国家阶段日期 95.4.27

[71]申请人 夸尔柯姆股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 理查德·F·迪安

富兰克林·P·安东尼奥

克莱因·S·吉尔豪森

查尔斯·E·惠特利

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 孙敬国

H01Q 21/29 H04B 7/26

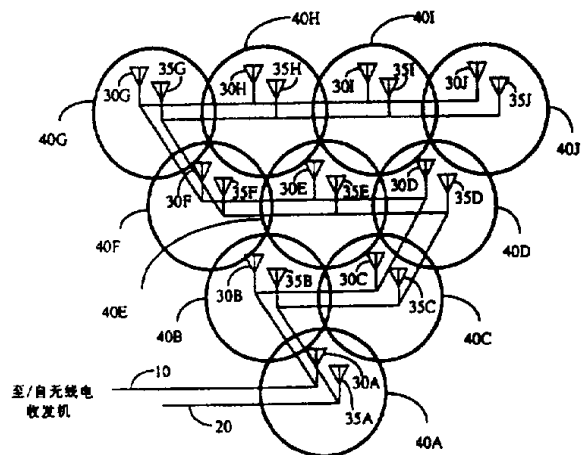
H04Q 7/36

权利要求书 12 页 说明书 25 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 分布式双天线系统

[57]摘要

在一通信系统中使用分布式天线系统，提供便于信号分集的多径信号，以增强系统性能。天线的每个节点包含多于一副的天线。公共节点上的每一天线给基站提供一具有不同延迟的传播路径。



权 利 要 求 书

1. 在至少一个远端通过一基站使用数字调制的通信信号与其它终端进行通信的数字通信系统中,所述基站具有一天线系统,其特征在于,该天线系统包含:

第一组空间上分开的天线;

第二组空间上分开的天线,所述第二组天线的每一副天线在位置上与所述第一组天线的一相应天线相对应;

用于耦连所述基站与所述第一和第二组天线之间的所述通信信号的信号分配装置;

有效地与所述第一和第二组天线及所述信号分配装置耦连的延迟装置,用于在所述基站和所述天线间耦连的所述通信信号中提供一预定的延迟。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述信号分配装置可进一步包含:

串联连接所述第一组天线并将所述第一组天线的第一副天线连接到所述基站的第一传输电缆;

串联连接所述第二组天线并将所述第二组天线的第一副天线连接到所述基站的第二传输电缆。

3. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述通信信号由扩谱调制信息信号按照一些预定的伪随机噪声(PN)扩展码产生,每个这样的扩展码由一预定的二进制筹元序列构成,每个这样的二进制筹元具有一预定的筹元时长,且所述延迟装置包含多个延迟元件,它们配置在所述第一组天线的相邻耦连的天线之间和所述第二组天线的相邻耦连的天线之间的所述电缆中,每个所述延迟元件在所述通信信号中提供至少 1 筹元时长左右的延迟。

4. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述第一组天线中的所述天线具有一预定的天线方向图,且所述第一组天线中的所述天线配置得方向图重叠。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述第二组天线具有一预定的天线方向图,其中所述第二组天线中的各天线配置得与所述第一组天线中的对应天线具有基本上重叠的天线方向图。

6. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,

所述信号分配装置包含串联连接所述第一组天线并将所述第一组天线的第一副天线连到所述基站的第一传输电缆;

所述第二组天线的每一天线有效地耦连到所述第一组天线的某一天线。

7. 如权利要求 6 所述的系统,其特征在于,所述通信信号由扩谱调制信息信号按照预定的伪随机噪声(PN)扩展码产生,每个扩展码由预定的二进制筹元序列构成,每个筹元具有预定的筹元时长,且所述延迟装置包含:

第一多个延迟元件,每个配置在所述第二组天线的某个天线和所述第一组天线的一对应天线之间,每个延迟元件在所述通信信号中提供一至少一筹元时长左右的延迟;

第二多个延迟元件,每个配置在所述第一组天线的两相邻耦连天线之间,每个延迟元件在所述通信信号中提供至少 1 筹元时长左右的延迟。

8. 如权利要求 6 所述的系统,其特征在于,所述第一组天线中的所述天线具有预定的天线方向图,且所述第一组天线中的所述天线配置成方向图重叠。

9. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,所述第二组天线的所述天线具有一预定天线方向图,其中所述第二组天线的各天线配置得与所述第一组天线的相对应的天线具有基本上重叠的天线方向

图。

10. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,可进一步包含:

第三组空间上分开的天线,所述第三组天线的各天线与所述第一组天线中一相应天线在位置上相对应;

有效耦连到所述第三组天线和所述信号分配装置的延迟装置,用以在所述基站和所述天线之间耦连的所述通信信号中提供一预定的延迟。

11. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述信号分配装置可包含串联连接所述第三组天线并将所述第三组天线的第一天线连接到所述基站的第三传输电缆。

12. 在系统用户通过一基站与远端系统用户通信的通信系统中,所述远端系统用户通过所述基站经一无线电链路与其通信,所述基站包含:

通信终端装置,它用于扩谱调制一发向远端用户的信息信号和提供一发向远端用户的扩谱已调信息信号,并用于接收和分别解调远端系统用户的第一和第二集合扩谱已调信息信号;

用于接收所述多个扩谱已调远端系统用户信息信号的第二天线装置,每个所述扩谱已调远端系统用户信息信号相互间具有一预定的时间延迟,该第二天线装置还用于合并所述多个扩谱已调远端系统用户信息信号以产生所述第一集合扩谱已调远端系统用户信息信号,并用于将所述第一集合扩谱已调远端系统用户信息信号提供给所述通信终端;

用于接收多个扩谱已调远端系统用户信息信号的第二天线装置,每个所述扩谱已调远端系统用户信息信号相互具有一预定的时间延迟,该第二天线装置还用来合并所述多个扩谱已调远端系统用户信息信号以构成所述第二集合扩谱已调远端系统用户信息信号,并用于将所述第二集合扩谱已调远端系统用户信息信号供给所述通

信终端。

13. 如权利要求 12 所述的系统,其特征在於,所述第一和第二天线装置,每个包含:

多个空间上隔开的天线;

用于将来自所述通信终端装置的所述对远端用户所发扩谱已调信息信号耦连到每个所述天线的信号分配装置;

有效耦连到所述天线和所述信号分配装置的延迟装置,用以当所述信号分配装置将所述对远端用户所发扩谱已调信息信号耦连到各所述天线时,对该信息信号提供不同的预定延迟。

14. 如权利要求 13 所述的系统,其特征在於,所述对远端用户所发扩谱已调信息信号是用包含一预定二进制筹元序列的伪随机噪声(PN)扩展码、直接序列扩谱调制所述对远端用户所发信息信号而产生的,所述每个筹元具有一预定筹元时长。

15. 如权利要求 14 所述的系统,其特征在於,所述延迟装置包含多个延迟元件,每个延迟元件有效耦连到一相关所述天线,每个延迟元件在所述对远端用户所发扩谱已调信息信号中提供延迟,各延迟至少相互差别 1 筹元时长左右。

16. 如权利要求 12 所述的通信系统,其特征在於,通过将所述扩谱已调远端系统用户信息信号发送给所述基站,以传递给预定的接收系统用户和远端系统用户,所述远端系统用户通过所述基站与所述系统用户和其它远端系统进行通信。

17. 如权利要求 13 所述的通信系统,其特征在於,通过将所述扩谱已调远端系统用户信息信号发送给所述基站,以传递给预定接收系统用户和远端系统用户,所述远端系统用户经所述基站与所述系统用户和其它远端系统用户进行通信。

18. 如权利要求 12 所述的系统,其特征在於,所述对远端用户所发扩谱已调信息信号是用包含预定二进制筹元的序列的伪随机噪

声(PN)扩展码、直接序列扩谱调制所述对远端用户所发信息信号而产生的,每个筹元具有一预定的筹元时长。

19. 如权利要求 16 所述的系统,其特征在于,所述对远端用户所发扩谱已调信息信号是用包含第一预定二进制筹元序列的第一伪随机的噪声(PN)扩展码、直接序列扩谱调制所述对远端用户所发信息信号而产生的,每个筹元具有第一预定筹元时长,且所述扩谱已调远端系统用户信息信号是用包含第二预定二进制筹元序列的第二伪随机噪声(PN)扩展码、直接序列扩谱调制一远端系统用户信息信号而产生的,每个筹元具有第二预定筹元时长。

20. 如权利要求 17 所述的系统,其特征在于,所述对远端用户所发扩谱已调信息信号和所述扩谱已调远端系统用户信息信号是用包含预定二进制筹元序列的伪随机噪声(PN)扩展码、分别直接序列扩谱调制所述对远端用户所发信息信号和所述远端系统用户信息信号而产生的,每个筹元具有预定的筹元时长。

21. 如权利要求 15 所述的系统,其特征在于,所述信号分配装置包含一串联连接所述通信终端和所述天线的电缆系统。

22. 如权利要求 15 所述的系统,其特征在于,所述信号分配装置包含:

一与所述基站耦连的主天线;

通过电磁耦连于所述主天线的多根副天线,每根副天线与所述天线的一对应天线和所述延迟元件的一相关元件相耦连。

23. 如权利要求 13 所述系统,其特征在于,所述多根空间上分开的天线包含全向天线。

24. 如权利要求 13 所述系统,其特征在于,所述多根空间上分开的天线包含定向天线。

25. 如权利要求 24 所述的系统,其特征在于,所述多根空间上分开的天线中的至少一根是全向天线。

26. 如权利要求 13 所述的系统,其特征在於,所述多根空间上分开的天线包含极化天线。

27. 如权利要求 13 所述的系统,其特征在於,所述第一天线装置的多根天线可包含垂直极化天线,而所述第二天线装置的多根天线可包含水平极化天线。

28. 一种便于在通信系统的用户之间、和在所述通信系统的用户及外部网络用户之间进行信息信号通信的所述通信系统,其中所述通信系统的某些用户使用远端的终端设备,借助具有一基站的无线电链路,应用码分多址通信信号与所述通信系统进行通信,所述系统包含:

通信终端装置,它用包含预定二进制筹元序列的伪随机噪声(PN)扩展码,接收和直接序列扩谱调制预定给收方远端用户的信息信号,每个筹元具有预定筹元时长;

包含多个单元的第一天线装置,它用于接收所述扩谱已调信息信号,提供多次发射所述扩谱已调信息信号,每次发射所述扩谱已调信息信号在时间上相互延迟至少 1 筹元时长;

包含多个单元的第二天线装置,它用于接收所述扩谱已调信息信号,多次发射所述扩谱已调信息信号,每次发射所述扩谱已调信息信号在时间上相互延迟至少 1 筹元时长,其中所述第一天线装置的每一个单元与第二天线装置的一个单元配对,形成一个节点。

29. 如权利要求 28 所述的系统,其特征在於,所述第一和第二天线装置的每一个均包含:

多根空间上分开的天线,每根天线相应于所述天线装置中的一个单元;

用于将来自所述通信终端装置的所述扩谱已调信息信号耦合给各所述天线的信号分配装置;

有效耦合所述天线和所述信号分配装置的延迟装置,当所述信

号分配装置将所述扩谱已调信息信号耦合到各所述天线时,对该信息信号提供一个或多个筹元时长的延迟。

30. 如权利要求 29 所述的通信系统,其特征在于,所述单元的每一个可包含变频装置,它用于接收所述扩谱已调信息信号并产生所述扩谱已调射频信息信号。

31. 如权利要求 29 所述的通信系统,其特征在于,所述单元的每一个可包含用于放大所述信息信号的装置。

32. 在一数字通信系统中,欲传输给一接收终端的一些信号作为数字已调信号由发送终端发射,其特征在于,处于接收各个数字已调信号的多径传播的所述接收终端在进行接收、解调,以便将所述预定信号提供给所述接收终端时,要求各数字已调信号的多径传播之间有最小预定时间差,而且有一种产生多径传播所述被发送的数字已调信号的方法,其中每个多径传播在所述接收终端的接收上相对于另一多径传播至少具有一个所述的最小预定时间差,所述方法包含步骤为:

提供多个空间上分开的双天线单元;

从所述发送终端提供一通信信号给各所述天线;

在所述通信信号中提供一不同的预定延迟给所述双天线单元的每一个单元;

在所述通信信号中提供一不同的预定延迟供给所述双天线单元的各个天线。

33. 如权利要求 32 所述的方法,其特征在于,在所述发送终端中的所述通信信号是按照包含预定二进制筹元序列的伪随机噪声(PN)扩展码、扩谱调制所述欲传输的信号而产生的,每个筹元具有预定的筹元时长,而且在所述通信信号提供给所述双天线单元时,所述在所述通信信号中提供所述不同预定延迟的步骤包含提供一至少为 1 筹元时长左右的延迟。

34. 在第一通信站用伪随机噪声(PN)码调制一信息信号的通信系统中,该为随机噪声码由预定编码筹元序列组成,每个筹元具有一预定时长,且所述PN已调噪声信号被调制在发射的载频上,其特征在于,其中的天线系统包含:

多根串联耦连并耦连到所述第一通信站的第一天线;

多个延迟元件,每一个串联配置在所述天线的相邻耦连的两天线之间;

耦连于所述第一通信站的第一通信站延迟;

串联耦连后接至所述第一通信站延迟的多根第二天线,所述多根第二天线的每一根位置上与所述多根第一天线的一个相对应;

多个第二延迟元件,每一个串联设置在所述多个第二天线的两相邻耦连的天线之间。

35. 如权利要求34所述的系统,其特征在于,所述多根天线中至少一根为全向天线。

36. 如权利要求34所述的系统,其特征在于,所述多根天线中至少一根为定向天线。

37. 如权利要求34所述的系统,其特征在于,所述多个第一和第二延迟元件的每一个提供至少两倍所述编码筹元预定时长的延迟,而所述第一通信站延迟提供所述编码筹元预定时长左右的延迟。

38. 如权利要求35所述的系统,其特征在于,所述多个第一和第二延迟元件的每一个提供至少为所述编码筹元预定时长的延迟,而所述第一通信站延迟提供所述多个第一延迟元件的所述延迟总和左右的延迟。

39. 如权利要求34所述的系统,其特征在于,所述多根第一和第二天线包含有全向和定向天线,它们在位置设置上具有重叠方向图。

40. 如权利要求34所述的系统,其特征在于,所述多根第一天

线包含具有第一极化的极化天线,所述多根第二天线包含具有第二极化的极化天线。

41. 一种发射和/或接收一扩谱已调信息信号的天线系统,其中所述扩谱已调信息信号是用由预定编码筹元序列组成的伪随机噪声码、扩谱调制一信息信号而产生的,每个筹元具有一预定筹元时长,其特征在于,所述天线系统包含:

第一组串联耦连的天线单元;

第二组串联耦连的天线单元,所述第一组的每根天线与所述第二组的一对应天线配对;

与所述第二组天线单元串接的一附加延迟,使所述第二组天线单元发射和接收的每个信号获得延迟。

42. 如权利要求 41 所述的天线系统,其特征在于,每个天线单元可包含对所述扩谱已调信息信号进行变频的装置。

43. 如权利要求 41 所述的天线系统,其特征在于,每个天线单元可包含对所述扩谱已调信息信号进行放大的装置。

44. 一种发射和/或接收扩谱已调信息信号的天线系统,其中,所述扩谱已调信息信号是用由预定编码筹元序列组成的伪随机噪声码、扩谱调制一信息信号而产生的,每个筹元具有预定的筹元时长,其特征在于,所述天线系统包含:

一组延迟元件,每个延迟元件提供一筹元时长倍数左右的延迟;

一组天线;

串联耦连所述天线和所述延迟元件的电缆系统,其中,所述延迟元件的每一个耦连在预定的所述天线对之间;

第二延迟元件,每个延迟元件提供一筹元时长倍数左右的延迟;

第二组天线,所述第二组天线的各天线与所述第一组的一天线配对;

一起始延迟元件,它具有 1 筹元时长左右的延迟;

串联耦连所述第二组天线和所述第二组延迟元件的每一个的第二电缆系统,其中,所述第二组延迟元件的每一个延迟元件耦连于所述天线对之间,所述起始延迟元件也串联耦连于该处。

45. 一种耦连于一基站发射和/或接收扩谱已调信息信号的天线系统,其中所述扩谱已调信息信号是用由预定编码筹元序列组成的伪随机噪声码、扩谱调制一信息信号而产生的,每个筹元具有预定的筹元时长,其特征在于,所述天线系统包含:

一组延迟元件,每个延迟元件提供一筹元时长倍数左右的延迟;

第一组天线,各天线具有一天线覆盖区;

一电缆系统,它将所述第一组天线的各天线连接到所述基站,并在所述基站和所述第一组天线中的至少一天线之间耦连一个所述延迟元件;

第二组延迟元件,每个延迟元件提供一筹元时长左右的延迟;

第二组天线,各天线具有一天线覆盖区,而且所述第二组天线的各特定天线分别与所述第一组天线的一特定天线相对应,所述第一组中的所述特定天线的天线覆盖区与所述第二组中的所述特定天线的天线覆盖区基本一样;

第二电缆系统,它将所述第二组天线的各天线连接到所述基站,并在所述基站和所述第二组天线中的至少一天线之间耦连一所述延迟元件,使所述第二组天线的各天线相对于所述基站,具有与所述第一组天线中的对应天线相对于所述基站不同的延迟。

46. 在至少一个远端通过一个基站使用数字已调通信信号与其它终端进行通信的数字通信系统中,所述基站有一天线系统,其特征在於,该天线系统包含:

第一组空间上分开的天线;

第二组空间上分开的天线,所述第二组天线的每一天线与所述第一组天线中的相应天线在位置上相对应;

用于耦连所述基站与所述第一和第二组的每一天线之间的所述通信信号的信号分配装置；

有效地串联耦连所述第一和第二组天线中的每一天线和所述信号分配装置的延迟装置，用于在所述基站与所述第一和第二组的每一天线之间的所述通信信号中提供一预定的延迟。

47. 在至少一远端使用数字已调通信信号与一基站进行通信的数字通信系统中的一种装置，所述装置包含：

至少具有两个独立接收机的基站；

第一组空间上分开的天线；

第二组空间上分开的天线，所述第二组天线中的每一天线与所述第一组天线中的相应天线在位置上相对应，由此产生第一集合天线方向图；

用于耦连所述基站的至少两独立接收机中的第一个接收机与所述第一和第二组天线之间的所述通信信号的第一信号分配装置；

有效耦连的第一延迟装置，它使所述第一组和第二组天线的每一天线相对于所述基站的所述至少两个独立接收机的所述第一接收机，呈现不同的延迟；

第三组空间上分开的天线；

第四组空间上分开的天线，所述第四组天线中的每一天线与所述第三组天线中相应天线在位置上相对应，由此构成第二集合天线方向图；

用于耦连所述基站的所述至少两个独立接收机中的第二接收机与所述第一和第二组天线之间的所述通信信号的第二信号分配装置；

有效耦连的第二延迟装置，它使所述第三和第四组天线的每一个天线相对于所述基站的所述至少两个独立接收机的第二接收机，呈现不同的延迟，而且使所述第三组天线中的一特定天线和所述第四组天线中一对应的特定天线与所述第一组天线中的一特定天线和

第二组天线中的一对应特定天线相比,相对于所述基站呈现不同的延迟,所述第一组天线中的一特定天线和所述第二组天线中的一对应特定天线所对应的第一集合天线方向图与所述第三组天线的所述特定天线和所述第四组天线的一对应的特定天线所对应的第二集合天线方向图相重叠。

说明书

分布式双天线系统

发明领域

本申请是共同待批的美国专利申请 NO. 07/849,651、1992年3月9日递交的题为“CDMA 微蜂窝区电话系统和其分布式天线系统”的部分续展申请。这一共同待批的申请是相同题目 1990年12月7日递交的美国专利申请 NO/07/624,118 的续展申请,也是涉及电话系统。本发明涉及通信系统,尤其涉及室内通信系统。这种室内通信系统包括蜂窝区移动电话,个人通信业务(PCS),无线专用小交换机(PBX)和无线市内环路电话系统。本发明特别涉及一种用于微蜂窝区通信系统的较佳的新颖分布式天线系统,便于室内通信使用扩谱信号。

相关技术的描述

采用的码分多址(CDMA)调制技术是几种便于进行有大量用户的通信的调制技术之一。以往,众所周知的其它多址通信系统技术有:跳频扩谱,时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)和调幅方案,如幅度压扩单边带(ACSSB)。然而 CDMA 的扩谱调制技术比多址通信系统的这些调制技术有更多的优点。CDMA 技术在多址通信系统中的应用在美国专利 NO/4,901,307 中有揭示,该专利题为“应用卫星或地面转发器的扩谱多址通信系统”,1990年2月13日授权,已转让给本发明的受让人,这里通过引用将所揭示的内容结合到本发明中。

在上面刚提到的专利中,揭示了一种多址技术,其中大量的移动电话系统用户,每个用户具有一收发两用机,通过卫星转发器或地面

基站(也称为蜂窝区站,区站,或更简短称之为蜂窝区),使用码分多址(CDMA)扩谱通信信号进行通信。在应用 CDMA 通信中,频谱能多次重复使用,于是可增加系统用户容量。使用 CDMA 比使用其它多址技术所能获得的谱效率高得多。

地面信道受到特征为瑞利衰落的信号衰落。地面信道信号中的瑞利衰落特征是由信号在许多不同特征的物理环境中反射引起的。其结果是信号从许多具有不同传输延迟的方向到达一移动单元接收机。

在通常用于移动无线电通信(包括蜂窝区移动电话系统)的 UHF 频段上会产生不同路径上信号传输方面的明显相位差,从而导致因有时产生深度衰落而破坏信号的叠加。

移动单元的物理位置对地面信道衰落起很大的作用。移动单元位置方面的小小变化就会改变所有信号传播路径的物理延迟,进而产生每个路径相位不同。于是,移动单元穿过周围环境运动能产生极快的衰落过程。例如,在 850MHz 蜂窝区无线电频段中,这种衰落速度通常可达单位车速(英里/小时)每秒 1 次衰落。这种急剧的衰落会极度破坏地面信道中的信号而引起通信质量差。虽然加强发射机功率能用来克服衰落问题,但这种功率的增加既使用户能量消耗极大又使系统增加干扰。

美国专利 NO. 4,901,307 揭示了一种直接序列扩谱 CDMA 调制技术,它比采用卫星或地面转发器通信系统中所用的窄带调制技术具有许多优点。地面信道对任何尤其涉及多路径信号的通信系统,提出了特定的问题。使用 CDMA 技术通过减少有害的多径效应(如衰落)能克服地面信道的特定问题,同时也能开发其优点。

在 CDMA 通信系统中,所有基站能用相同宽带频道进行通信。一般采用 FDMA 方案,即一个频带用于从基站到远端站或移动站的通信(正向链路),而另一频带用于从远端站或移动站至基站(反向链

路)的通信。也用规定处理增益的 CDMA 波形特征作占有相同频带信号之间的鉴别。而且,高速伪噪声(PN)调制在路径延迟差超过 PN 筹元时长(即 $1/\text{带宽}$)的条件下,可使许多不同传播路径分开。如果在 CDMA 系统中采用 1MHz 左右的 PN 筹元速率,则能利用等于扩展带宽对系统数据速率比的全扩谱处理增益,鉴别路径延迟相差大于 1 微秒的路径。1 微秒路径延迟差对应于路径距离差约 1000 英尺。通常都市环境具有超过 1 微秒的路径延迟差,且报导在某些地区中可达 10—20 微秒。

在窄带调制系统中,如传统电话系统中采用的模拟 FM 调制,多路径产生急剧的多径衰落。然而用宽带 CDMA 调制可以解调处理中鉴别不同路径。这种鉴别极大减小了多径衰落的严重性。由于特定的系统偶然存在具有延迟差小于 PN 筹元时长的路径,所以使用 CDMA 鉴别技术不总是能排除多径衰落。在解调器中具有上述路径延迟数量级的信号不能被鉴别,因而产生某种程度的衰落。

因此,在这样的通信系统中需要提供某种分集形式使系统减少衰落。分集技术是一种减少衰落作用的方法。三个主要分集种类是:时间分集,频率分集,和空间分集。

时间分集是通过使用重复、时间交错,以及检错和校正编码,(也是一种重复)。本发明采用这些技术作为时间分集方式。

CDMA 借助其固有的宽带信号特性,提供一种信号能量扩散在广大带宽上频率分集。因此,频率选择性衰落仅影响到 CDMA 信号带宽的一小部分。

通过一用户同时从两个或多个基站接通的链路提供多个信号路径,获得空间或路径分集。一通过扩谱处理开发多路环境,分别接收和处理到达的不同传播延迟信号也可获得路径分集。美国 1992 年 3 月 31 日授权的专利 NO. 5,101,501 和 1992 年 4 月 28 日授权的专利 NO. 5,109,390 描述了路径分集的例子,这两个专利题分别为:

“CDMA 蜂窝区电话系统中的软切换”和“CDMA 蜂窝区电话系统中的分集接收机”，两者都已转让给本发明的受让人。

在 CDMA 系统中，通过控制发射机功率可进一步将衰落的有害作用控制到某种程度。使基站从移动单元接收的功率减小的衰落能通过增加移动站发射的功率获得补偿。功率控制按照某一时间常数起作用。根据功率控制环路的时间常数和衰落的时间长度来增加移动单元的发射功率可使系统补偿该衰落。在美国 1991 年 10 月 8 日已授权的共同待批专利 NO. 5,056,109 中揭示了一种用于基站和移动单元功率控制的系统，该专利题为：“CDMA 蜂窝区移动电话系统中控制发射功率的方法及装置”。

多径传播的存在能给宽带 PN CDMA 系统提供路径分集。如果存在路径时延差大于 1 筹元时长的两个以上路径，则可仅在一个基站或移动单元处使用两个以上 PN 接收机来分别接收这些信号。由于这些信号一般在多径衰落方面是独立的，即它们通常不一起衰落，所以两接收机的输出可分集组合。因此，仅当两接收机同时遭受衰落时才会在性能上有损失。因此，本发明的一个方面是提供与一分集组合器相联的两个以上的 PN 接收机。为了发挥存在的多径信号来克服衰落，必须利用能实现路径分集组合工作的波形。

在 1992 年 4 月 7 日已授权的题为“在 CDMA 蜂窝区移动电话系统中产生信号波形的系统和方法”的美国专利 NO. 5,103,459 中揭示了一种构成 PN 序列的方法和系统，它使用户之间具有正交性以便减小相互干扰，上述专利也已转让给本发明的受让人。采用这些技术减小相互干扰，可使系统用户容量更高，链路性能更好。对正交 PN 码来说，只要编码时帧时间一致，则预定时间间隔内互相关为零，正交码之间就没有干扰。

上面所述的专利和专利申请揭示了一种新颖的多址技术，其中，大量的移动单元电话系统用户通过卫星转发器或地面基站，使用频

谱可被多次使用的码分多址扩谱调制进行通信。所构成的系统方案比使用先前已有的多址技术具有更高的频谱效率。

在蜂窝区电话系统中,对一个大的地理区域安装多个基站,其每一个配置得覆盖一个蜂窝区,并形成蜂窝区组,覆盖上述整个地理区。以提供移动电话业务,如果业务需要超出由一组基站覆盖某个区域所能提供的能力,则蜂窝区重新分成更小的蜂窝区并增加更多的基站。这种过程已进行到某些大都市区有约 400 个基站的程度。

蜂窝区电话的进一步开发,需要提供大量的称之为微蜂窝区的极小的蜂窝区,它们覆盖极有限的地理区域。通常认为这样的区域被限定到一办公楼的单个楼面,这种移动电话业务被看作与移动蜂窝区移动电话系统可以或不可以兼容的无绳电话系统。这种业务的论据类似于在商用楼中应用专用小交换机(PBX)系统的推理。这种系统为企业内部电话间大量呼叫提供低费用的电话业务,同时提供简便的内部电话号码的拨号。具有几根用户线,将 PBX 系统连接到公用电话系统,以便在 PBX 系统的电话和位于别处的电话之间可呼出和呼入。需要微蜂窝区系统提供同一级别的电话业务,又需要在 PBX 业务区的任何地方具有无绳操作特性。

路径延迟,在室内通信系统环境中,路径时延通常比室外通信系统环境中短。在使用室内通信系统的大楼和其它室内环境中,必须提供一种分集接收,以便在多径信号之间进行鉴别。

所揭示的本发明解决的主要问题是提供一种具有高容量、安装简便、覆盖良好且性能优良的简单天线系统。本发明解决的另一问题是获得上述覆盖区的同时能保持与移动蜂窝区系统的兼容性,同时占用移动系统的极小容量。本发明通过将 CDMA 的容量特性与一新的分布式天线设计相组合来解决上述问题,该天线将发射限制在一个极有限且仔细控制的区域。

在室内环境中运用扩谱通信技术,尤其是 CDMA 技术,会获得

极强的系统可靠性和超过其它通信系统的容量。CDMA 技术,如前面所述,能使像衰落和干扰等问题进一步方便地得到解决。因此,CDMA 技术进一步促进更多次的频率复用,使系统用户量有很大的提高。

发明概述

实现室内通信系统的一个关键方面是应用本发明的双套分布式天线。这种想法是将公共信号馈入两套天线,并仅用时间延迟处理区分信号。基站的发送输出例如用同轴电缆馈给一串天线元。这些天线元连接到使用功率分配器的电缆。产生的信号被放大且频率变换到需要频率,然后馈入天线。这种分布式天线概念的突出特征如下:(1)简单廉价的双天线节点方案;(2)相邻天线在馈给结构中插入时间延迟,所以相邻天线的发送、接收信号可用 PN 瞬时处理来区分;(3)利用直接序列 CDMA 的能力来区分多径;(4)建立人为多径以满足鉴别标准。

在本发明中,两组天线电缆并联配置,于是产生两天线元构成的串环节点。不同天线元的天线在一公共节点上发送的信号在基站和该天线间具有不同延迟路径。天线元可包含下变频电路,因而减少了天线元和基站之间的缆道损耗,且可方便地使用声表面波器件(SAW)作为延迟元件。

另一优点是安装仅需对不大的场地作特定的施工。通常,天线设置仅取决于其结构的制约以及一组两副天线必须覆盖需要业务的每个位置的要求。与天线方向图的重叠无关。事实上重叠覆盖区是好的,这是由于对重叠区中的所有终端提供分集操作。然而,重叠并非必须。

当考虑到基站设备需支持像蜂窝区移动电话、PCS、无线 PBX、无线市内环路或无线室内电话分机等室内通信种类的固有简便性时,分布式天线方案的优点就更清楚了。

附图描述

在结合附图对本发明作了详细描述以后,本发明的特征、目的及优点将变得更加清楚起来:

图 1 描述的是本发明分布式天线系统的一例天线方向图;

图 2 是一例基本双元分布式天线系统和基站接口的方框图;

图 3 是一例可取代图 2 所给实例的基本 E 结构元分布式天线系统;

图 4 是一远端或移动单元无线电收发机实施例的方框图;

图 5 是一例带有可替换基站接口的双元分布式天线系统的方框图;

图 6 是一例微区基站的方框图;

图 7 是采用有源结构的双元分布式天线系统的方框图;

图 8 是另一种采用有源结构的双元分布式天线系统的方框图;

图 9 是一例由三个并行天线阵列组成的双元分布式天线系统方框图;

图 10 是一例含有多个并行阵列的双元分布式天线系统的配置方框图;

图 11 是含有两个并行天线阵列、并含有具有多个独立接收机的基站的双元分布式天线系统方框图。

最佳实施例的详细描述

单独一组天线和延迟元件提供了一种最基本的分布式天线功能的实施方式。单独一组天线的详细描述见上述美国专利申请号为 07/849,651 的专利文献中所公开的内容。然而,采用单独一组天线的系统,其服务质量下降,而采用双组天线能减缓服务质量的下降。为了获取高容量,CDMA 系统采用一种严格的功率控制机构。每一移动单元发射足够的功率,用来与天线进行联系,并且具有通往该移动单元的最低路径损耗。而与其他天线之间的联系则其能量低于最

佳能量值。

如果移动单元的位置非常接近第一天线,并且与其他天线的距离甚远,则多径衰落的结果会使服务受到瞬时破坏。在这种情况下,该移动单元发送的与第一天线联系的功率足够大,但发送不足与远处天线进行可靠联系的功率。如果在这种情况下,该移动单元相对于第一天线突然经受了—个严重的多径衰落,则第一天线处降低了的信号电平和远处天线处的低信号电平会使服务劣化。基站和移动单元之间的通信联系将低于最佳水平,直至功率控制环路增加来自移动单元的发射功率或者移动单元的移动使多径衰落得到缓解为止。

上述产生的次最佳工作状态可以通过在每一节点处放置两副天线来缓解。因此,与均匀分布单天线的情况相反,移动单元对两副天线距离近似相等,因而配对天线之间的路径损耗也近似相等。如果移动单元的位置与一对配对天线非常接近,与其他天线相距甚远,并且该移动单元突然相对—配对天线经受了—次严重的多径衰落,则第二配对天线应当具有与该移动单元保持通信联系而不致受损的足够的信号电平。

为了从本发明得到最大效果,配对天线的衰落应当具有独立性,即,同一移动单元处两副天线都发生严重衰落的几率很小。为了获得独立的多径衰落,要求配置天线之间具有一定程度的分集接收。

获得配对天线中相异性的一种途径是将天线隔开—定距离放置。其间距应当使两副天线大体具有相同的作用范围,其隔开的距离足以给出独立的衰落。将两副天线放置在一个基站来获取分集在宏蜂窝区系统中是较常见的,在宏蜂窝系统中,将具有较大覆盖区(通常为几英里的数量级)的两副天线置于—个基站处。通常使天线相距 10 至 20 个波长(在用于蜂窝区通信的最常用频率下约为 6 至 12 英尺),来获取路径分集及因此而产生的衰落独立性。

获取配对天线分集的第二种方法是使—组配对天线中的每一副

天线具有不同的极化,例如垂直极化和水平极化。标准的室内环境必定是三维空间。三维结构中的移动单元具有通向或者来自某一固定天线的各种信号路径,涉及从该三维结构的各表面的多种反射。根据所涉及的角度而定,信号的每一反射可以使反射信号的极化方向旋转。所以,从同一组表面反射的两个极化方向不同的信号形成具有不同相位特性的两个信号路径。因为信号具有不同的相位特性,所以其衰落特性也是不相同的。由于这一过程,使得即使在天线相互间距离很近的情况下,两种不同极化方向的两副配置天线也具有很高程度的独立性。

图 1 给出了一例按照本发明而构筑的双元天线的天线方向图。正如图 1 中所描述的那样,这种天线方向图是两个系列的全向天线产生的。每一组天线(30 和 35)给出一组天线方向图(40A—40J),并且最好相邻天线的方向图重叠。例如,天线 30A 和 35A 给出方向图 40A。相邻天线指的是具有重叠式邻接方向图的天线,相邻天线不是共同配置于同一节点处的天线。方向图的重叠使所需区域具有连续的天线覆盖。本例中,两组天线分别串联耦接在一起。第一组天线的耦接用线 10 表示。第二组天线的耦接用线 20 表示。第二组天线近似第一组天线并行,从而第一组天线中的每一副天线与第二组天线中的一副天线配对。

正如前文提及的那样,信号功率的控制是 CDMA 电话系统实现高用户容量的重量方面。一副普通的全向天线其辐射的信号沿各方向大致相等。其信号强度按照实际环境的传播特性,随对该天线的径向距离增大而减弱。传播特性以移动单元与固定天线之间径向距离的负二次方至负 5.5 次方的规律变化。

设计为某一半径范围服务的基站必须以足够的功率电平进行发射,从而位于基站覆盖的蜂窝区边缘处的移动单元能够收到足够的信号功率电平。越是靠近蜂窝区中心的移动单元接收的信号电

平越大。可以用现有技术中熟知的多种技术来形成定向天线射束。然而,定向天线射束的形成并不能使传播规律改变。可以通过综合考虑天线方向图、天线位置以及发射机功率来获得信号所要求的覆盖范围。

分布式天线系统的使用提供了所要求的天线方向图,例如对某一建筑物过道的覆盖,其中每一天线元提供有限的覆盖范围。在提供有限覆盖范围时,接通较小覆盖范围内某一移动单元所需的功率因为传播损耗的降低而相应减小。

然而,当多副天线全部辐射同一信号时将产生问题。即可能存在某些区域,特别是在对两副或两副以上天线等距离的点附近,从两副天线接收的信号会互相抵消。信号会相互抵消的点之间的距离近似为半个波长。在 850 MHz 的频率下,这一间距等于 17.6cm 或约 7 英寸。如果两个信号到达接收天线时其强度相等但相位相反,则二信号会相互抵消。基本上这是一种人为的多径衰落。和自然多径衰落的情况相同,分集是减缓衰落的最好方法。CDMA 系统设计提供了几种用于减缓多径衰落的分集方法。

上述专利和共同待批的专利申请公开了一种蜂窝区电话系统,这种电话系统采用的 CDMA 调制具有 1.25MHz 带宽、多种分集方式以及非常精细的发射机功率控制。利用分集的一种方法是提供瑞克接收机(分离多径接收机)结构,这种结构中具有多个接收机,每一接收机能够接收已经传播了不同路径因而具有不同延迟时间的信号。其中有一个分立的搜寻接收机,这一接收机连续扫描时间域,寻找最佳路径,并相应指派多个数据接收机。

另一种分集方法是路径分集。在路径分集中,信号从多个天线辐射出去,从而具有一个以上的传播路径。如果两副或两副以上的天线能够提供可接受的通往移动单元接收机的通信路径,那么可以通过路径分集来减弱衰落。

在微蜂窝区系统中,要求有多副天线,以便在所希望的覆盖区提供覆盖,但是系统所需要的容量并不要求每一天线像普通蜂窝区系统中的情况那样都配备一组独立的信号。相反,为了将系统的成本和复杂性减到最小,要求向该微蜂窝区系统中的部分或全部天线馈送相同的射频信号。

在两副或两副以上的天线都可能存在良好路径的微蜂窝区系统的各服务区内,可以获得路径分集。

人们所希望的是在不显著增加系统复杂性的情况下,简便且低成本的不同天线馈入信号鉴别方法。这样做的方法在本发明中是在基站收发机和天线阵列中天线元件之间的馈线上加入延迟元件。

图 2 描述了一种采用带延迟元件的双套天线的实施例。基站 100 将信号提供给含有节点 200A—200N 的天线阵列,并且也从这些天线阵列接收信号。模拟发射机 120 产生供分布式天线阵列发送的射频信号。该信号由分裂器 160 分裂成两个要由平行路径发送的信号。第一发送路径由延迟元件 150 延迟,并由可用双工器取代的合并器 140 耦合到第一接收路径。第二发送路径由也可用双工器取代的合并器 170 直接耦合到第二接收路径。合并器 180 对两个接收路径取和,其中一个路径已由延迟元件 155 延迟,然后模拟接收机 110 接收合并的入向射频信号供处理。

合并的收、发信号通过分布电缆 130 和 132 传送到含有两个分布元 190 的第一节点 200A。每一元件 190 含有一耦合器 192,用来耦合天线 196 和分布电缆 130 和 132 之间的一部分信号。每一分布元 190 还含有延迟元件,用来对信号进行延迟,并提供与分布电缆 130 或 132 上的其他天线元的分集。延迟元件 150 提供同一节点处配对天线的信号分集。延迟元件 194 提供与相邻天线的信号时间分集。为了保持与每一相邻天线的完全时间分集,延迟元件 194 的延迟时间应当与延迟元件 150 的延迟时间不同。例如,延迟元件 150 和

194 之间的延迟时间关系是使系统中基站和每一天线之间的延迟至少相差 1 筹元时长。时延之差可以通过选择使元件 150 的时延大于单一路径中的时延总和(例如,元件 150 的时延是元件 194 的时延的 N 倍)来获得。也可以通过选择使元件 150 的时延是元件 194 的一个恰当约数来获得(例如,元件 150 的时延等于 1 筹元时长,元件 194 的时延是 2 筹元时长)。含有相似分布的第二节点 200B 与第一节点 200A 串接在一起。天线组这种方法继续连接以达到双套天线的长度。

图 2 的另一种实施例如图 3 中所描述的那样。图 3 具有一种 E 结构,其功能与图 2 中的平行结构的功能相同。在基站 102 内,模拟发射机 240 和模拟接收机 250 由合并器 260 耦合到分布电缆 230。E 结构中的每一节点含有对分布电缆 230 和天线 218 之间的信号进行耦合的第一耦合器 212。第二耦合器 214 通过延迟元件 220 耦合分布电缆 230 和第二天线 222 之间的信号。延迟元件 220 用来提供天线 218 和 222 之间在节点 210A 处的时间分集。第二延迟元件 216 串联在电缆 230 的位置上,并提供节点之间(例如节点 210A 和 210B 之间)的分集。组件 212—222 可以在第一节点内以不同的方式重新排列,来完成相同的基本功能。

如果上述多个天线系统在馈线中配备延迟线,从而来自每一天线的信号至少比其相邻天线延迟了 1 筹元时长,则移动单元的多个接收机结构使得来自每一天线的信号可以分开接收,并且相关组合的方式不会发生抵消现象。事实上,由于提供了一种路径分集,所以可以通过已经公开的技术极大减弱由于环境中其他反射而产生的衰落。

移动单元含有一个或一个以上的数据接收机和一个搜寻接收机。该搜寻接收机扫描时间域,判定存在什么路径,并且哪一条路径是最强路径。然后,已有的数据接收机被指派用来解调通过最强路径

传播的信号。基站接收机含有类似的性能。

图4以方框图的形式描绘了一例移动单元CDMA电话机。该移动单元包括一天线300,该天线300通过双工器302与模拟接收机304和发射功率放大器306耦合。

接收机304接收来自双工器的射频信号,进行放大和下变频。这些信号再经过滤波和数字化处理后,提供给数字数据接收机310A—310N以及搜寻接收机314。接收机304、310A—310N以及314的典型实施例的更详细描述见上述美国专利5,103,459和5,109,390中的描述。

接收机304还有功率控制功能,用来调整移动单元的发射功率。接收机304产生提供给发射功率控制电路308的模拟功率控制信号。

模拟接收机304输出处的数字化信号可以含有许多正在进行呼叫的信号,以及由当前基站和所有相邻基站传送的导频(pilot carriers)。接收机310A—310N的功能是使抽样值与恰当的PN序列相关。这种相关处理过程提供了一种本领域中人们所熟悉的“处理增益”,这一性能使与恰当PN序列适配的信号的信扰比得到提高,其他信号的信扰比则不提高。随后用从最接近的基站得到的导频作为载频相位基准,同步地检测出相关输出。这一检测处理的结果是一种编码数据码元序列。

本发明中所使用的PN序列的特性是对多路径信号提供鉴别。当信号在通过一条以上路径(或者在本发明中通过一副以上天线)以后到达移动接收机时,信号的接收时间存在差异。如果这一时间差超过1筹元时长,则相关处理在信号之间作出鉴别。数据接收机能够跟踪并且解调早到信号或者晚到信号。如果配置了两个或两个以上数据接收机(通常为三个),则可以并行跟踪并处理多条独立路径。

在控制处理器316的控制下,搜寻接收机314用来在基站接收

到导频信号的标称时刻附近,对时间域连续进行扫描,以搜寻其他多径导频信号。在标称时刻以外的其他时刻,接收机 314 测量所要波形的任意一次接收的强度。接收机 314 比较接收信号中的信号强度,把一信号强度信号提供给指示最强信号的控制处理器 316。处理器 316 将控制信号提供给数据接收机 310A—310N,用于每一个数据接收机对不同的最强信号进行处理。

接收机 310A—310N 的输出提供给分集合并器和译码电路 318。电路 318 内的分集合并器电路调整二接收码元流的时间使其对齐,并将它们加在一起。叠加处理以后,再用与二接收码元流相对信号强度对应的一个数来乘该二接收码元流。这一操作可以视为一个最大比值分集合并器。产生的合并信号流随后再用同样也包含在电路 318 内的前向纠错(FEC)译码器进行译码。常用的数字基带设备是一种数字声码器系统。这种 CDMA 系统设计成适应各种不同的声码器。

基带电路 320 通常包括一数字声码器(未图示),其可以是可变速率型。基带电路 320 还用作与电话机或其他类型外围装置的接口。基带电路 320 按照电路 318 提供的信息,将输出信息信号提供给用户。

在移动单元至基站的链路(反向链路)中,用户模拟声音信号通常是通过一手机、作为基带电路 320 的输入来提供的。基带电路 320 包括一个将模拟信号转换成数字信号的模数(A/D)转换器(未图示)。该数字信号提供给数字声码器,进行编码。该声码器的输出提供至一前向纠错(FEC)编码电路(未示出)。本典型实施例中,纠错编码采用的是一种卷积编码方案。数字化编码信号从基带电路 320 输出至发射调制器 322。

发射调制器 322 对发射数据进行编码,本典型实施例中,这是一种基于沃尔什(Walsh)码的 64 进制正交信令技术,发射调制器 322

随后在 PN 载波信号上调制已编码信号,PN 载波信号的 PN 序列在所有移动单元中是通用的,但是赋予用于呼叫的移动站的编码相位偏差是不同的。另一种情况是,可以按照赋给那一呼叫的地址函数来选择 PN 序列。PN 序列根据呼叫建立信息,由控制处理器 316 来判定,而呼叫建立信息由基站来传送,并由接收机 310A—310N 以及控制处理器 316 来解码。控制处理器 316 将 PN 序列信息提供给发射调制器 322 以及接收机 310A—310N,进行呼叫译码。更详细地说,可以根据 PN 扩展信号来使用一外 PN 码。数据调制的详细论述见美国专利 5,103,459 中所公开的内容。

发射调制器 322 进一步将调制信号转换成模拟信号,用来调制在一中频(IF)载波信号上。从发射调制器 322 产生的 IF 信号输出被提供至发射功率控制电路 308。电路 308 中,发射信号功率是由接收机 304 提供的模拟功率控制信号来控制的。微区基站以功率调整指令的形式发送的控制位由数据接收机 310A—310N 进行处理,并提供给控制处理器 316。这些功率调整指令被控制处理器 316 用来设定移动单元发射时的功率电平。响应于这些指令,控制处理器 316 产生提供给电路 308 的数字功率控制信号。接收机 310A—310N 和 314、控制处理器 316 和发射功率控制 308 之间关于功率控制的关系的进一步论述见上述美国专利 5,056,109 中的描述。

发射功率控制电路 308 将功率控制已调信号输出至发射功率放大器电路 306。电路 306 对 IF 信号进行放大,并将该 IF 信号的频率转换成射频。频率电路 306 包括一放大器,该放大器将功率放大至一最终输出电平。要发射的信号从电路 306 输出至双工器 302。该双工器 302 将信号耦合至天线 300,用来发射至微区基站。

基站结构与图 4 的移动单元结构相似。下面描述的基站最佳实施例包含相应于图 5 中的组成部分,图 5 描述了另一种图 2 所示结构的基站结构实施例。图 5 中,由基站通过每一平行路径接收的移动

单元信号并不在射频时合并为射频,而是在基站中被分开接收和解调,并按照数字位相关合并。二返回路径的分开解调有若干优点,包括由相关合并带来的信扰比增大和功率控制中波动较小,这两点又使移动站对基站的链路具有高容量。

图 5 中,节点和分布元与图 2 中的相应组成部分相同。基站 100' 具有如图 5 所示的经修正的射频结构。附加模拟接收机 115 的作用独立于模拟接收机 110,各连接不同的解调器,见图 6 中的描述。图 2 中的合并器 180 和延迟元件 155 已被去掉。因为这一特定实施例中已不再需这些元件。

图 6 以方框图的形式描述了微区基站的典型实施例。图 6 中,接收机系统由模拟接收机 110 组成,还可以含有模拟接收机 115,并与图 2 和图 5 中的相同组成部分对应。接收机系统进一步由与接收机 110 关联的独立搜寻接收机 500 和数字数据接收机 510A—510N、与模拟接收机 115 关联的独立搜寻接收机 515 和数字数据接收机 520A—520N,以及分集合并器和译码器电路 530 组成。应该指出的是,对于图 2 所示的天线,基站不需要包括搜寻接收机 515、数字数据接收机 520A—520N 以及模拟接收机 115。接收机系统还可以包括与每一模拟接收机 110 和 115 关联的任意个数的数字数据接收机。应该理解的是,也可以只采用一个与每一模拟接收机关联的数字数据接收机(例如,数据接收机 510A)。然而,为了获取瑞克接收机功能性的全部优点,最好每一天线系统采用两个或更多个数据接收机,例如,通常采用三个或四个。一典型实施例的进一步细节见美国专利 5,103,459 以及 5,109,390。

正如图 5 中所描述的那样,模拟接收机 110 和 115 分别输出一数字型的混合信号,该混合信号是从一个或更多个移动单元的发射中产生的。搜寻接收机 500 和 515,每一个跟踪各移动单元发射的多径传播。数据接收机 510A—510N 以及 520A—520N 中的每一个被

指派对调制数据信号的某一特定多径传播进行解调,获取编码信息数据。从模拟接收机 110 和 115 得到的合并信号输出也被提供至其他组搜寻接收机和相应的数据接收机(未图示),这些接收机的结构与用来对其他移动单元发射的信号进行跟踪和解调的搜寻接收机 550 和 515 以及数据接收机 510A—510N 和 520A—520N 的结构相同。

图 6 所示微区基站包括 CDMA 控制器 540,该 CDMA 控制器 540 与数据接收机 510A—510N 和 520A—520N 以及搜寻接收机 500 和 515 耦合。CDMA 控制器 540 给出沃尔什序列以及编码分配、信号处理、定时信号产生、功率控制以及各种其他有关的功能。

天线组中一个天线上所接收的信号被提供给模拟接收机 110,随后再提供给搜寻接收机 500。搜寻接收机 500 用来扫描有关接收信号的时域,确保数字数据接收机 510A—510N 对与某一特定移动单元关联的最强时域信号进行跟踪和处理。搜寻接收机 500 将相应的信号提供给 CDMA 控制器 540,该 CDMA 控制器 540 响应于此信号,产生控制信号,并将这些控制信号提供给数字数据接收机 510A—510N,用来选择用作处理的恰当接收信号。

分布式天线组中第二副天线上接收的信号如果被采用的话,则被提供至模拟接收机 115,并随后被提供至搜寻接收机 520A—520N。搜寻接收机 515 也被用来扫描有关接收信号的时域,确保数字数据接收机 520A—520N 对与某一特定移动单元关联的最强时域信号进行跟踪和处理。搜寻接收机 515 将相应的信号提供给 CDMA 控制器 540,该 CDMA 控制器 540 响应于这些信号,产生控制信号,并把这些控制信号提供给数字数据接收机 520A—520N,用来选择用作处理的恰当接收信号。随后,从接收机 510A—510N 和 520A—520N 得到的输出信号由分集合并器和译码器 530 处理成最佳性能。

基站数据接收机和搜寻接收机中的信号处理与由移动单元中相

似元件进行的信号处理在几个方面是不相同的。在不同于基站至移动单元链路(前向链路)的移动单元至基站链路(反向链路)中,移动单元不发射可以用作基站信号处理中相关基准的导频信号。移动单元至基站链路的特征是采用 64 进制正交信令进行的非相关调制和解调方法。

再回到图 6,搜寻接收机 500 和数字数据接收机 510A—510N 接收模拟接收机 110 产生的混合信号输出。为了对传送至与一移动单元通信的特定基站的扩谱信号进行译码,必须产生恰当的 PN 序列。产生移动单元信号的进一步细节见美国专利 5,103,459。

每一数据接收机跟踪正被接收的信号的时序。这是通过一种熟知的技术,即,使接收信号与略早的本地参考 PN 相关联以及使接收信号与一略迟的本地参考 PN 相关联来实现的。如果不存在时序误差,则这两种相关之间的差平均为零。相反,如果存在时序误差,则此差将给出误差的大小和符号,从而对接收机的时间作相应的调整。

在 CDMA 控制器 540 的控制下,外部网或内部网(例如专用小交换机 PBX)产生的信号被耦合至恰当的发射调制器的声码器 555。在 CDMA 控制器 540 控制下的发射调制器 535 对要发射到接收移动单元的数据进行扩谱调制。发射调制器 535 被指派对要发送至特定移动单元的数据进行编码和调制,对该特定移动单元来说,配置有搜寻接收机 500 和 515,以及数据接收机 510A—510N 和 520A—520N。发射调制器 535 用选自与该信号有关的一组正交码的一个正交码,对声码器数据进行调制,随后用一 PN 扩展码进行调制。该 PN 扩展信号随后被转换成模拟形式,并被提供至发射功率控制电路 550。

在 CDMA 控制器 540 的控制下,发射功率控制电路 550 控制该信号的传输功率。电路 550 的输出被提供至加法器 560,与其他信道单元的发射调制器/发射功率控制电路的输出加在一起。加法器 560

的输出被提供至模拟发射机 120。模拟发射机 120 对该信号进行放大,用来通过分布式天线而输出,辐射至基站服务范围内的移动单元。图 6 所示典型发射机电路的进一步细节见美国专利 5,103,459。

图 6 进一步描述了导频/控制信道发生器和发射功率控制电路 545。电路 545 在 CDMA 控制器 540 的控制下,产生并控制用来耦合至模拟发射机 120 的导频信号、同步信道和播叫信道的功率。

很明显,在分布式天线的前述实施例中,大多数信号处理,包括频率转换、放大及滤波是由该基站内的模拟接收机和模拟发射电路来进行的。然而,通过给出一有源天线元,将这些功能转移到每一节点处的天线元具有许多优点。

图 7 描述了一例有源天线元的实施例。基站 600 含有模拟接收机 605 和 635,模拟接收机 605 和 635 在一中频(IF)下,接收来自分布式天线阵列或节点 720A—720N 的信号,节点 720A—720N 中的每一个由一对有源天线元 705 组成。本特定结构中,模拟接收机 605 沿分布式电缆 720 接收来自第一组有源天线元 705 的信号,而模拟接收机 635 沿分布式电缆 725 接收来自第二组有源天线元 705 的信号。模拟发射机 625 产生的 IF 频率下的信号被分裂器 630 分成两个由并行路径传送的信号。延迟元件 620 对分布式电缆 722 上提供的发射 IF 信号进行延迟,该分布式电缆 722 用来连接节点 720A—720N 中所含有源天线元组 705 中第一个有源天线元组。来自分裂器 630 的相应非延迟发射 IF 信号由是用作节点 720A—720N 中第二个有源天线元 705 的分布式电缆 722 上给出的。

有源天线元 705 需要直流电源和频率参考信号。这些信号可以为节点内的一个有源天线元产生,也可以为一对有源天线元产生。提供这些信号的最好方法是将这些信号叠加到分布式电缆 720、722、725 以及 727 的 IF 信号上。参考频率源 610 和 612 分别产生一参考频率信号,该参考频率信号用于相应天线元中的锁相环路。参考频率

信号最好位于不同的频段,而不是所接收 IF 信号,以方便基站和天线元处的滤波。在本典型实施例中,加法器 640 和 642 叠加用于电缆 720 和 725 上传输的参考频率信号。同样,电源 615 和 617 通过加法器 645 和 647 以及电缆 722 和 727,提供用于有源天线元的直流电源。应该理解的是,按照各天线元 705 的连接方式,参考频率信号和直流电源可以在发射分布式电缆或接收分布式电缆或者其他各种装置上提供。

分布式天线的每一节点含有两个有源天线元 705。因为除了天线元 705 所连接的电缆有所不同的以外,所有的天线元 705 均相同,所以只需讨论与一对分布式电缆相连接的单个天线元 705 之功能就可以了。天线元 705 接收电缆 722 上的 IF 发射信号,并通过在相邻天线之间提供时间分集的延迟元件 650 与之耦合。IF 发射信号的一部分是通过耦合器 655 从主路经耦合的。被耦合的信号由混频器 690 作上变频,以便在恰当射频下发射。该信号通过双工器 695 耦合至天线 700。

天线 700 还接收移动单元发射的信号,并通过双工器 695 将该信号耦合至天线元的接收部分。接收信号由混频器 675 下变频至一 IF 信号,并由耦合器 660 耦合至电缆 720。耦合器 660 在电缆 720 上耦合的信号与由延迟元件 665 延迟的其他节点天线元所接收的信号合并。出于对噪声系数的考虑,天线元的一种实际实施例还可以在接收路径中(例如位于双工器 695 和混频器 675 之间)含有增益级。与此相同,发射路径也可以含有增益级,来提高天线处的信号电平。还可以加进一些滤波器,来方便信号处理。

天线元 705 的混频器 675 和 690 必须由本地振荡器(LO)以一恰当频率来驱动。本实施例中,该 LO 包含在天线元内。LO680 是一锁相环路(PLL),提供用于混频器 675 的驱动 LO,LO685 是一锁相环路(PLL),提供用于混频器 690 的驱动 LO。参考频率用来将 PLL

电路锁在一公共相位上,并由低通滤波器(LPF)670从接收路由接入,低通滤波器670对电缆720上的信号进行低通滤波,提取参考频率信号。同时,直流电源通过电缆722接入(未图示),用于元件内的各种有源功能。另一种频率方案可方便单一LO的使用。

有源天线的优点有许多,而且其硬件简单,成本很低。有源天线元可以采用方便的已有移动单元技术来实施。与射频信号的情况相比,IF信号每英尺电缆的电缆损耗较低,因而减小了所需的放大量。与射频相比,中频下的延迟元件是不贵的。在IF下,延迟元件可以是SAW滤波器,这种滤波器提供的延迟在信号带宽内具有极小的相位误差,并滤去不需要的信号。SAW滤波器串行级联方便,而高频元件需要高度隔离以正确运行。

有源天线元的实施也可以无需变频电路。图8描述了另一种分布式天线有源天线元的实施例。图8中,在天线元的发射路径和接收路径中加进了有源放大元件。

图8中,基站800含有模拟接收机805和835,模拟接收机805和835接收来自分布式天线阵列或节点920A—920N的信号,节点920A—920N中每一个均含有有源天线元905。在这一特定结构中,模拟接收机805沿分布电缆920从第一组有源天线元905接收信号,而模拟接收机835沿分布电缆925从第二组有源天线元905接收信号。根据发射机825产生一个信号,该信号由分裂器835分裂成两个供平行路径传输的信号。延迟元件820使分布电缆922上提供的发射信号延迟,该电缆用于连接节点920A—920N中所包含的第一组有源天线元905。从分裂器830得到的相应非延迟发射信号通过分布电缆927提供给节点920A—920N中所包含的第二组有源天线元905。

同时,有源天线元905也需要工作用的直流电源。正如结合附图8所作的讨论那样,提供信号的一种方法是将其叠加到分布电缆的

信号上。电源 815 提供用作有源天线元的直流电源是通过叠加器 845 而叠加到电缆 922 上去的。与此类似,电源 817 提供用于有源天线元的直流电源是通过叠加器 847 而叠加到电缆 927 上去的。

分布式天线的每一节点含有两个有源天线元 905。天线元 905 接收电缆 922 上的发射信号,并通过提供相邻节点之间时间分集的延迟元件 750 而与之耦合。一部分发射信号是通过耦合器 755 从主路径耦合的。被耦合的信号由放大器 790 放大,以便在恰当电平下传输。该信号通过双工器 795 而被耦合至天线 800。

天线 800 还接收移动单元发射的信号,并通过双工器 795,将该信号耦合至天线元的接收部分。所接收的信号由低噪声放大器 775 放大,并由耦合器 760,与已由延迟元件 765 延迟的其他天线元所接收的信号耦合在一起。天线元在实际使用中,还可以包含滤波器元件,以便于信号处理。直流电源的耦合是通过电缆 922 来进行的,用于天线元内所进行的各种功能。

图 8 所示的有源天线也可以用于含有一分布式天线的室外环境。例如,在高层建筑相距很近的市区内,单个天线基站将不足以在所要求的覆盖范围内提供稳定一致的信号电平。天线阵列可以用来覆盖有问题的区域。在这种情况下,分布式天线的节点位置将相互非常接近,自然的传播路径不会给出多径信号进行单独解调所需的必要延迟时间。本发明的分布式天线是这种情况的理想解决方法。室外环境中节点之间距离的增加,这种增加带来的更高发射功率要求以及接收时电缆损耗的增加,均需要使用有源天线元。特别是,图 8 所示的结构是该系统的实际实施方式。

本发明的典型实施例中,将节点串联耦合在一起形成一阵列。如果出现节点故障或者电缆连接有问题,相对于基站呈串联连接的节点出现故障或问题,则将导致天线系统无法使用。为了克服这一潜在的缺点,节点可以用并联或者串/并联组合的方式耦合在一起,从而

在出现节点故障或电缆连接问题时,继续提供电波覆盖。图9中画出一种节点的串/并联组合,图中描述了一种图2所示典型实施例的改进实施例。新元件930、932、934以及936在图2中没有对应元件,在图中画在基站101的外面,然而,如果将这些元件合并到基站内可以起同样的作用。新元件930和934是分裂器,将两个天线阵列耦合到基站101。含有节点200A'—200N'的第一天线阵列接收并提供分布电缆130'和132'上的信号。含有节点200A"—200N"的第二平行天线阵列接收并提供分布电缆130"和132"上的信号,不过该二分布电缆分别加进了延迟元件932和936。最好选择延迟元件932和936的时延值,使系统中的每一天线相对于基站具有不同的延迟。

图9中的布局可以取各种不同的形式。图9中的节点和天线元可以被图3、5、7或8中的节点和天线元来取代。分裂器930和934可以将两个以上的阵列耦合至基站。事实上,在典型的并联布局中,系统的每一个节点可以独立地与基站连接在一起。基站布局也可以取各种不同的实施方式。基站101可以变换成含有模拟接收机115,使其布局与图5所示布局相似。

含有串/并关节点组合的系统中天线的位置可以取各种形式。一种位置布局如图10所示。图10包含一基站和3个并行的串联阵列组。基站940的布局在本例中任意,可以是本文描述的任一基站的简单变化形式。按照本发明,每一天线节点950A—950N、950A'—950N'以及950A"—950N"是一种双元天线节点。天线节点950A—950N含有第一阵列。天线节点950A'—950N'包含第二阵列。天线节点950A"—950N"包含第三节点。理想情况下,图10的每一天线节点相对于基站具有不同的延迟。图10中的天线节点布置说明一种天线分布,这种分布提供了大量的防故障措施。每一阵列的节点与另一阵列的节点错开一个位置,而不是第二阵列与第一阵列对齐,第三阵列与第二阵列对齐。在这种结构中,某一阵列中的故障不一定会使基

站覆盖范围内任一点处的业务完全中断。一故障状态产生系统的软故障,降低整个系统的性能,而不会使该地区产生业务中断的现象。

对于高容量的区域,节点的并联或串/并组合方式比整个阵列采用简单的串联连接还有一些优点。一 CDMA 线路受限于能够有效组合在一给定通信信道内的最大独立信号数。如果超过信号的最大数量,则系统容量过载,整个系统质量降低。一旦信号被组合在一起以后,例如在单一节点串联的情况下,就没有办法使能被发射到多个接收机并被单独解调的信号分开。基站的电路需要限制发射到其天线覆盖范围内的移动单元的信号数量。每一由基站发射的信号增加了每一移动单元处的噪声电平,因为该移动单元并不是所发信号的目的地。采用节点的并联或串/并联组合和多个接收机和发射机,可提高单个基站的信号处理能力。

为了增加单个基站的系统容量,设计的系统中至少有两个独立阵列。这种情况下,将一独立阵列定为任意组的节点来,其中,每一节点相对于基站具有不同的延迟,并且系统中的每一节点可以仅属于一个阵列。这种方案中,因为两个节点分别属于不同的独立阵列,所以不存在两个节点相对于基站具有相同延迟的缺点。各独立阵列的位置安排得存在仅由一个独立阵列覆盖的区域。馈给每一独立阵列来自某一专用发射机的发射信号,并将一接收信号提供给一专用接收机。当某一移动单元位于仅有一个独立阵列覆盖的范围内时,与不对该移动单元进行通信的阵列对应的发射机会停止向该移动站发射信号,从而减少了对其他移动单元的干扰。与此相同,当某一移动单元位于仅有一个独立阵列的覆盖范围内时,与不对该移动单元进行通信的阵列对应的接收机可以免受该移动单元的干扰。当某一移动单元位于两个独立阵列的覆盖范围内时,两部发射机将相同的信息信号提供给移动单元,但每一发射机采用不同的扩展序列对信息信号进行调制,从而增加了移动单元处接收的总信号,减少了抵消信号

相加的机会。与此类似,当某一移动单元位于两个独立阵列的覆盖范围内时,这两个阵列能够独立接收信号,并且随后能合并解调处理过程中从每一路径得到的能量,给出一个提高的总信号电平。(这一处理过程与标准 CDMA 蜂窝区系统中含有多副扇形天线的基站所采用的处理过程很相似。)注意,图 9 的布局中含有模拟接收机 115,因为接收机 115 从图中两个并行阵列的每一节点接收一输入,所以不会增加基站 101 的容量。

这一概念的典型实施例见图 11 所示,其根据是图 8 所示的结构。含有节点 920A'—920N' 的第一天线阵列通过电缆 927'、叠加器 847 和分裂器 830 与模拟发射机 825 耦合。第一天线阵列通过电缆 922'、叠加器 845、延迟器 820 以及分裂器 830 还与发射机 825 耦合。含有节点 920A"—920N" 的第二天线阵列通过电缆 927"、叠加器 847" 以及分裂器 830" 与模拟发射机 825" 耦合。第二天线阵列通过电缆 922"、加法器 845"、延迟器 820" 以及分裂器 830" 还与模拟发射机 835 耦合。

采用两组平行天线增加了系统在一般运行期间的优点,减小了多径衰落最坏时产生的影响。基站内各路径的协调组合提高了移动单元至基站的线路上的信噪比。本发明还降低了移动单元的功率控制波动。这两个因素均使容量增大,系统性能提高。分布式天线比起仅仅通过将两个天线均匀地串联在一起具有更多的优点。

很明显,图 2、3、5、7、8、9、10 和 11 的实施例可以具有各种变化形式,包括每一组成部分内元件的简单再排列。这些实施例的具体实施还需要功率分配、增益、滤波等其他功能。前述最佳实施例的描述使本领域的任何技术人员能够实施或使用本发明。很明显。本领域的技术人员可以对这些实施例作各种改进,并且无需发明者就能将本文限定的基本原理应用于其他实施例。因此,本发明并非仅限于已述实施例,而在最宽的范围内与已揭示的原理及新特征一致。

说明书附图

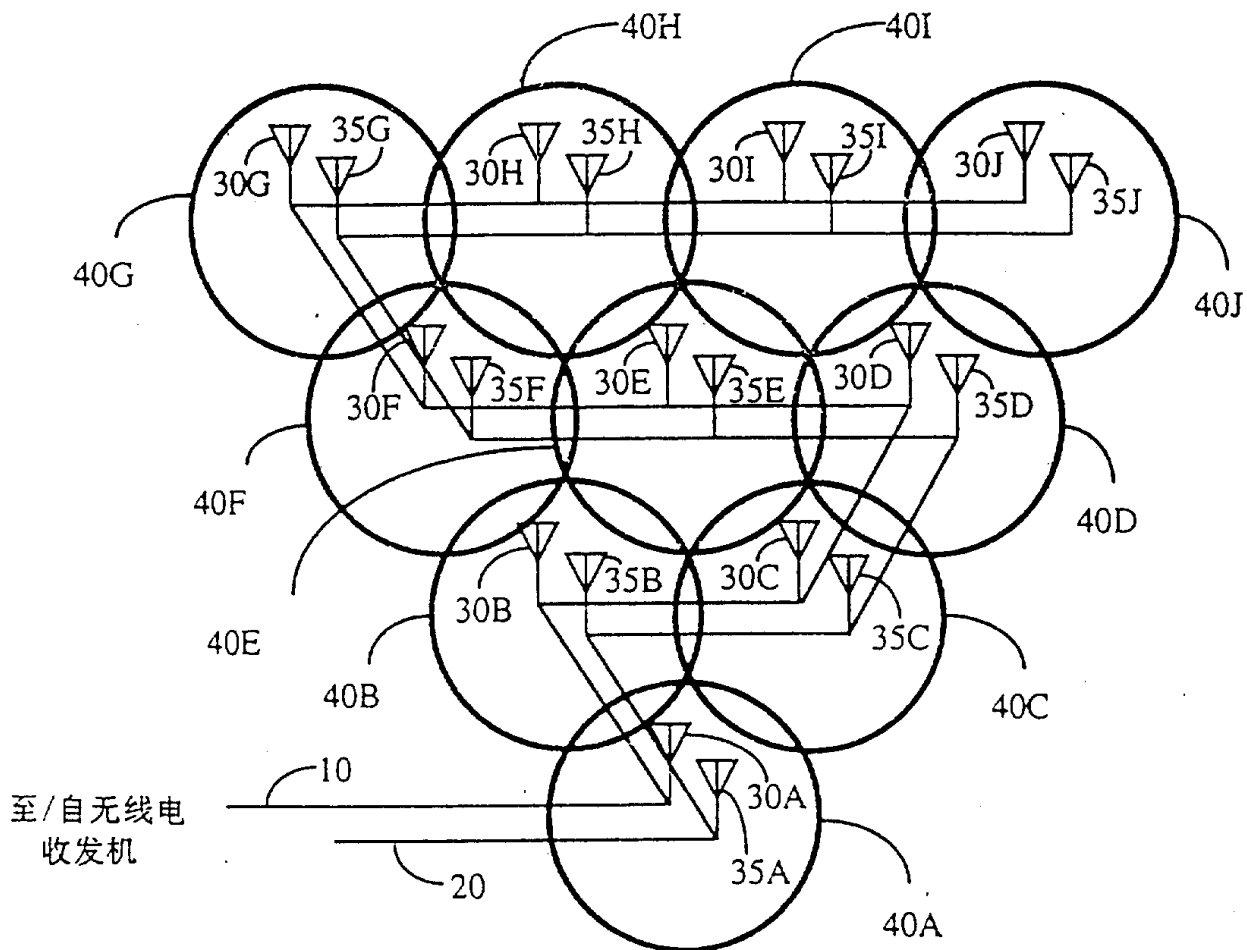
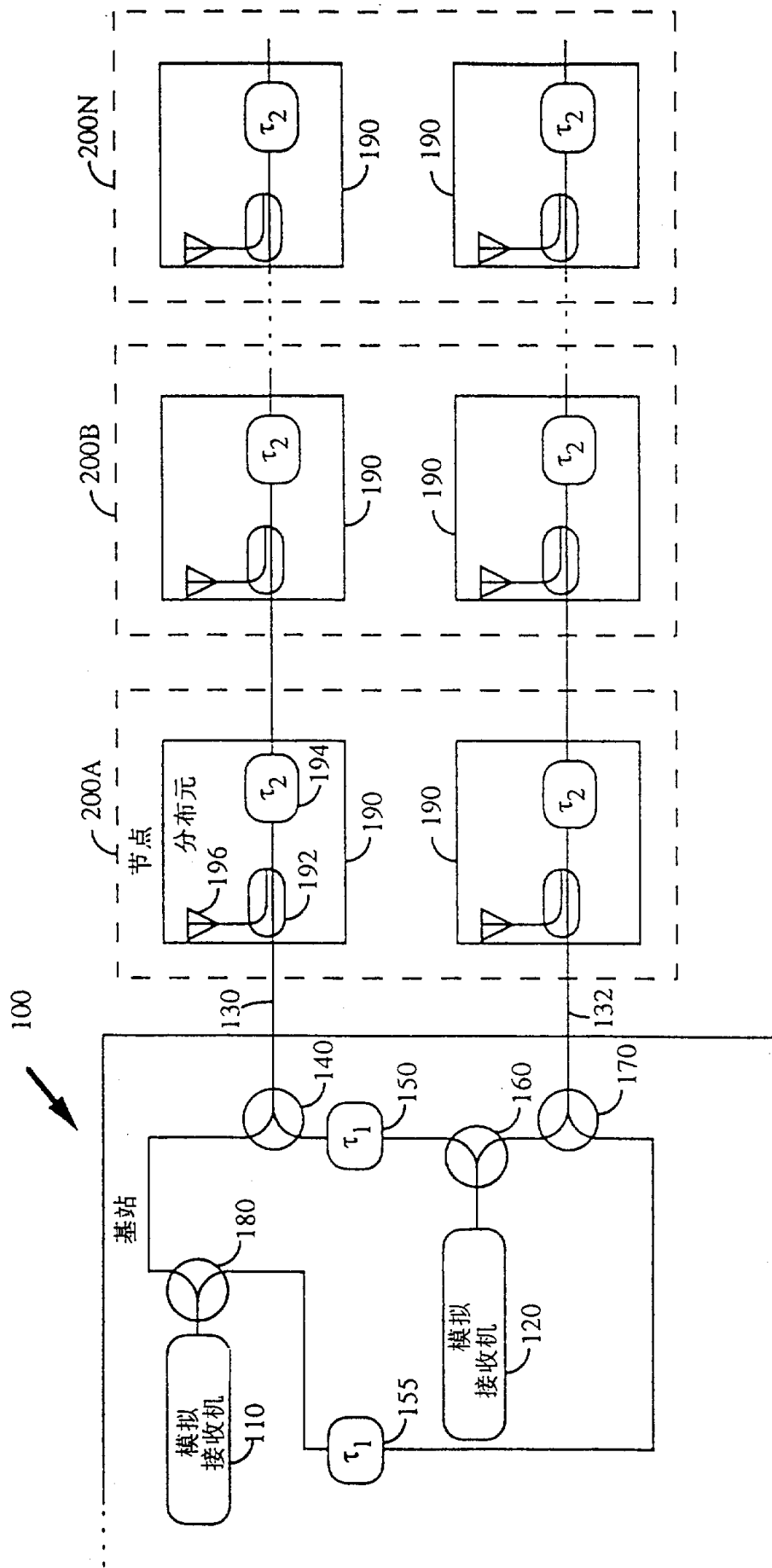


图 1

图 2



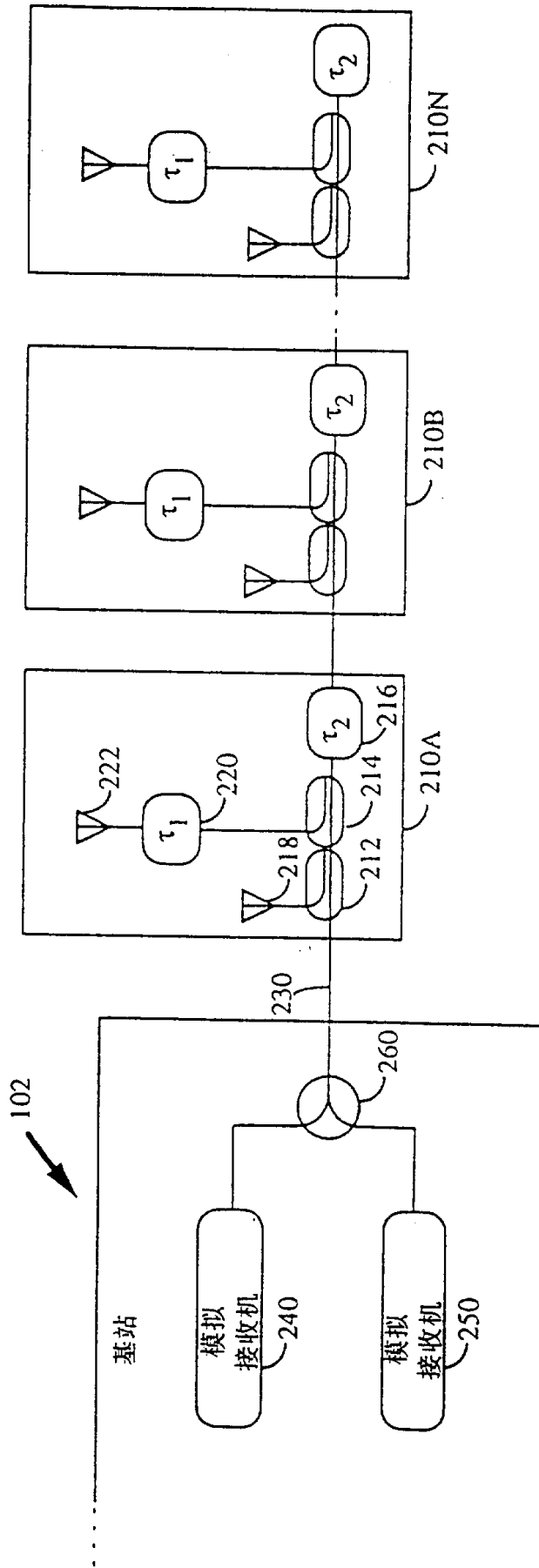


图 3

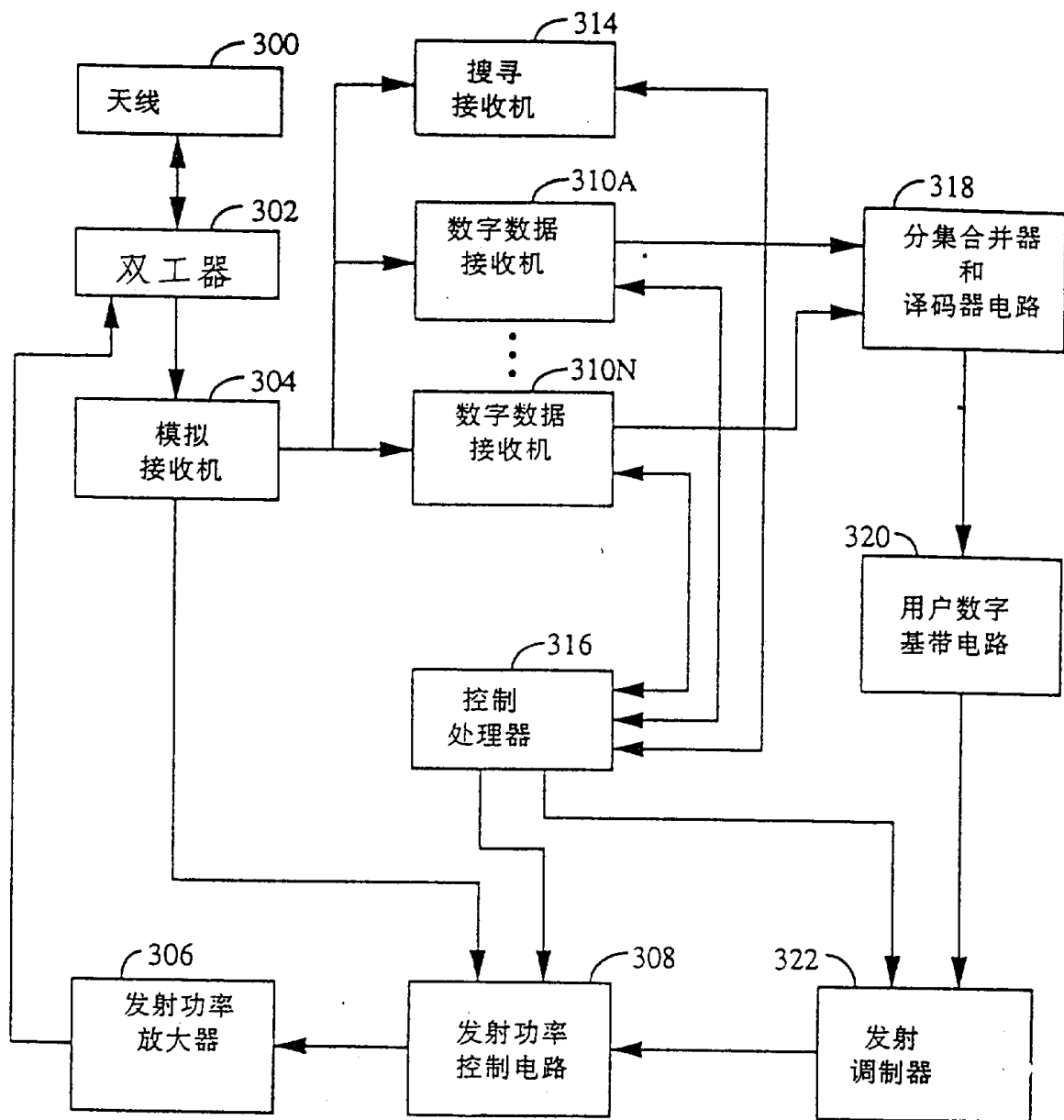
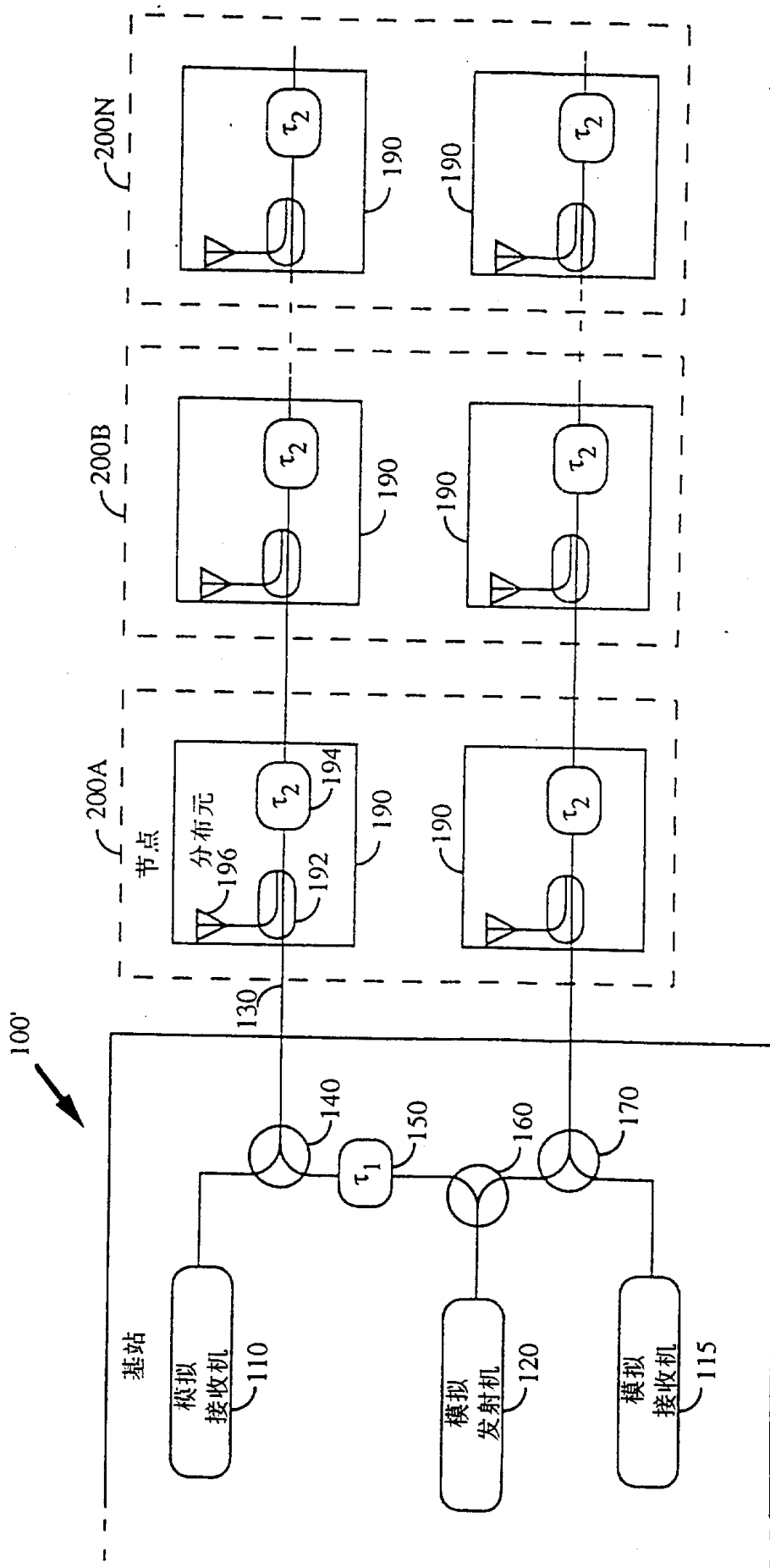


图 4

图 5



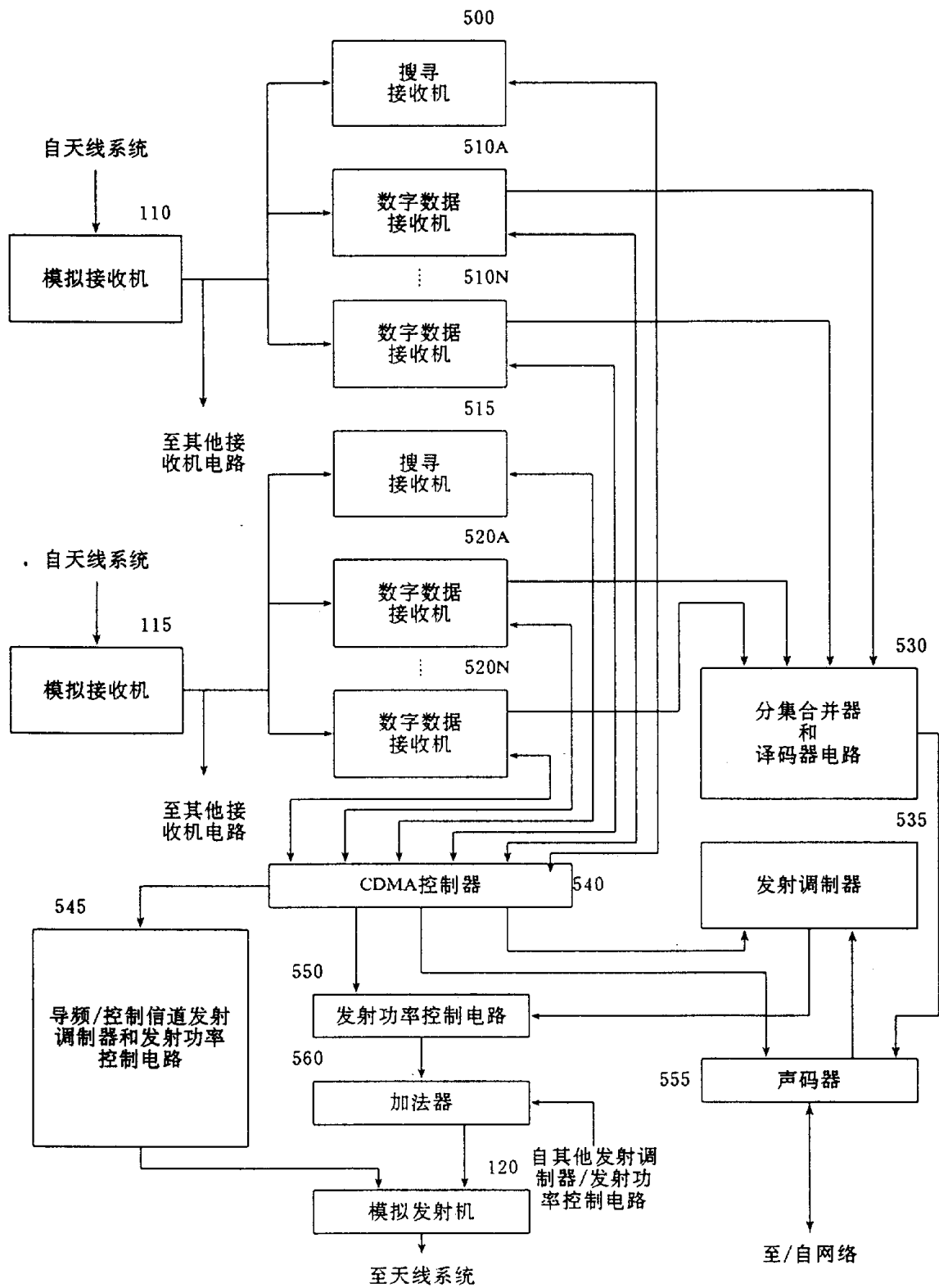


图 6

图 7

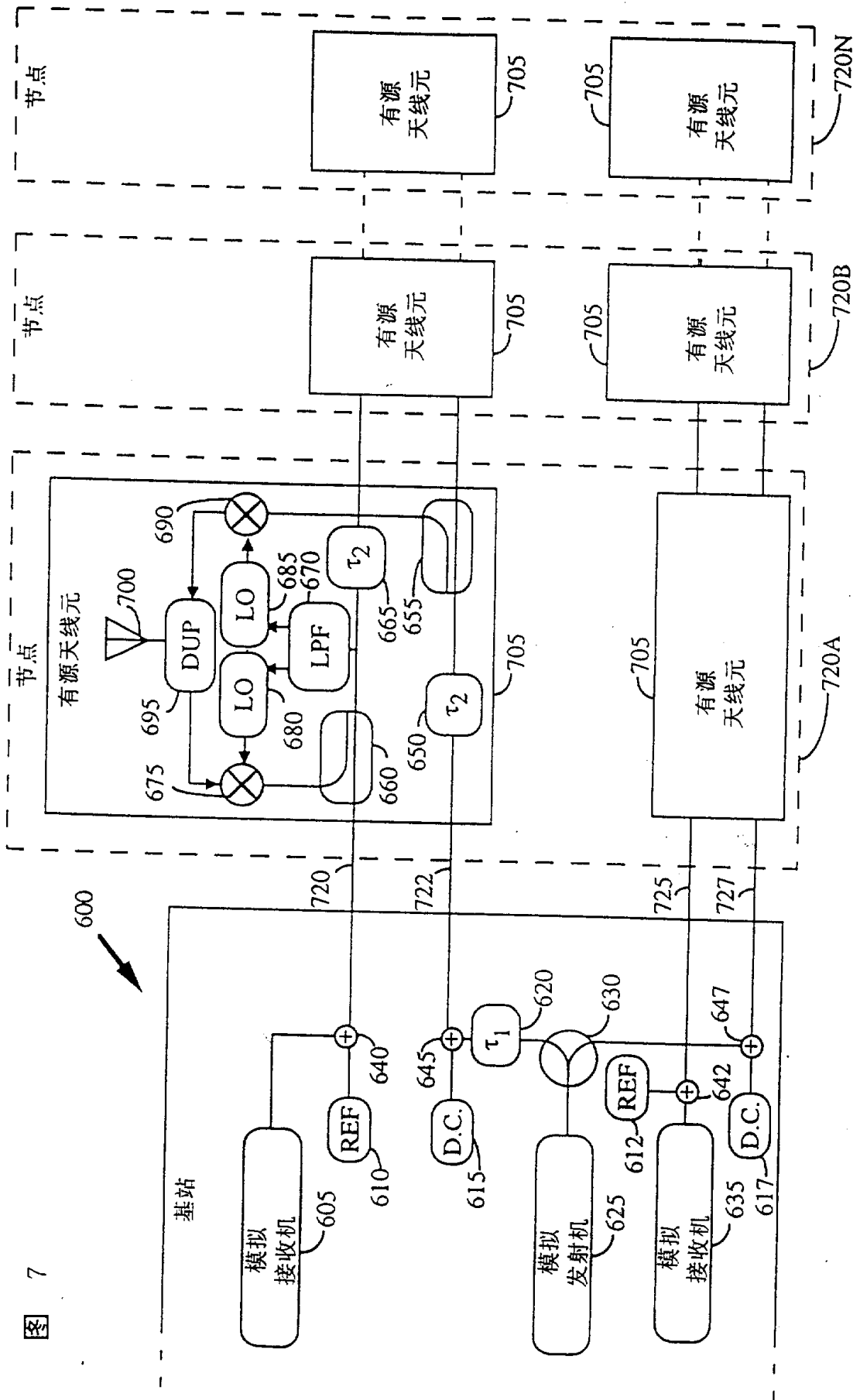


图 8

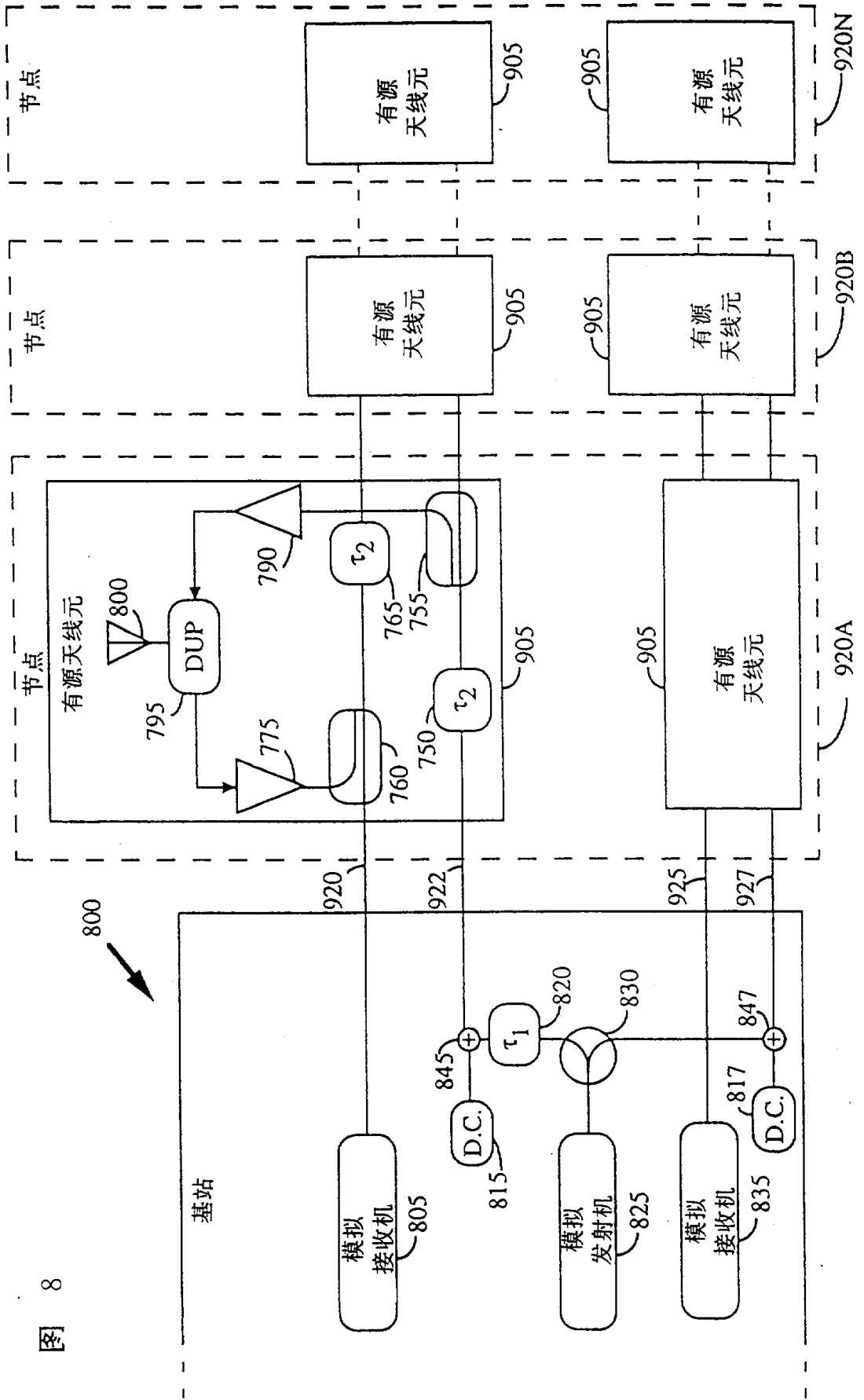


图 9

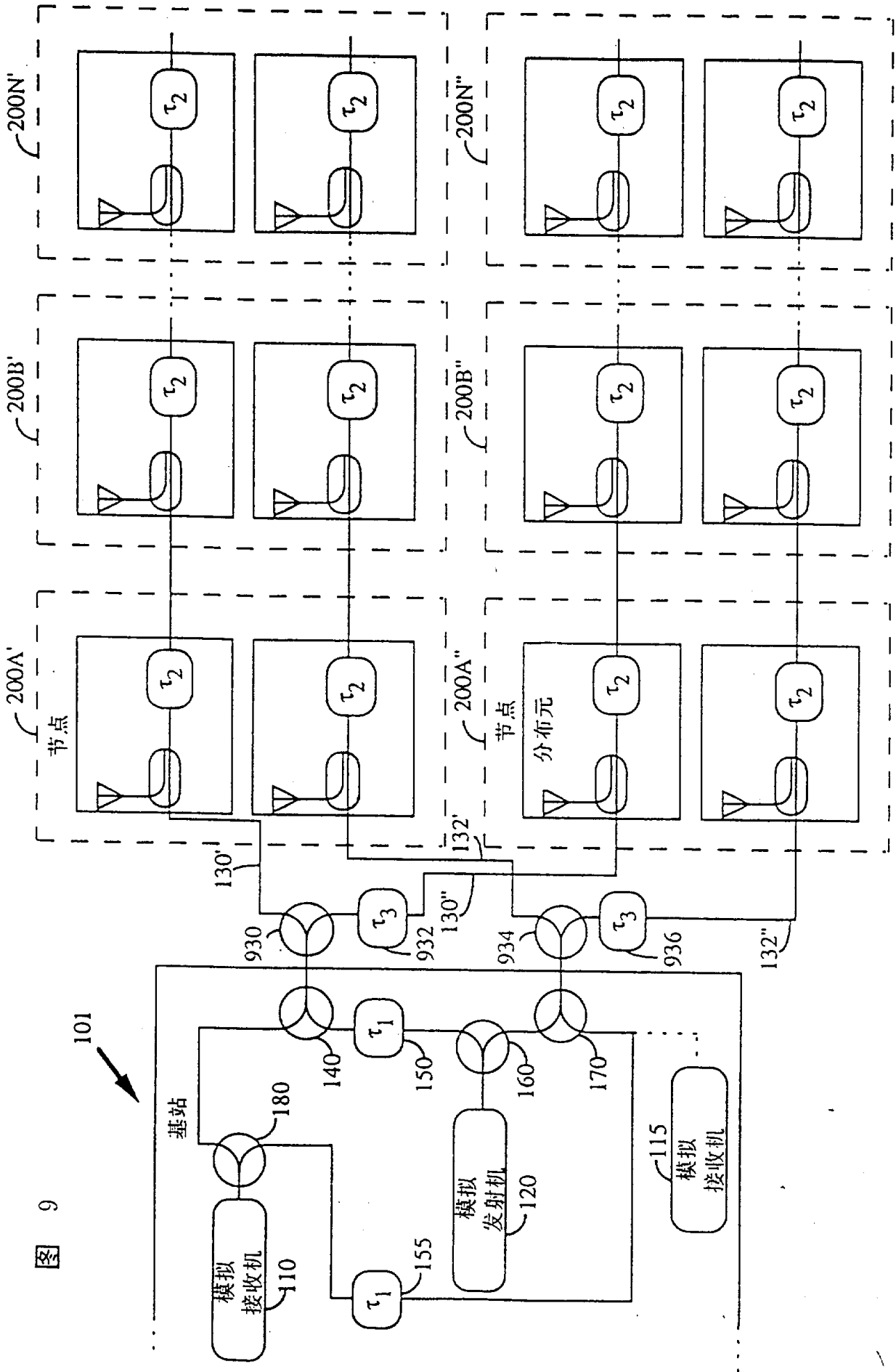


图 10

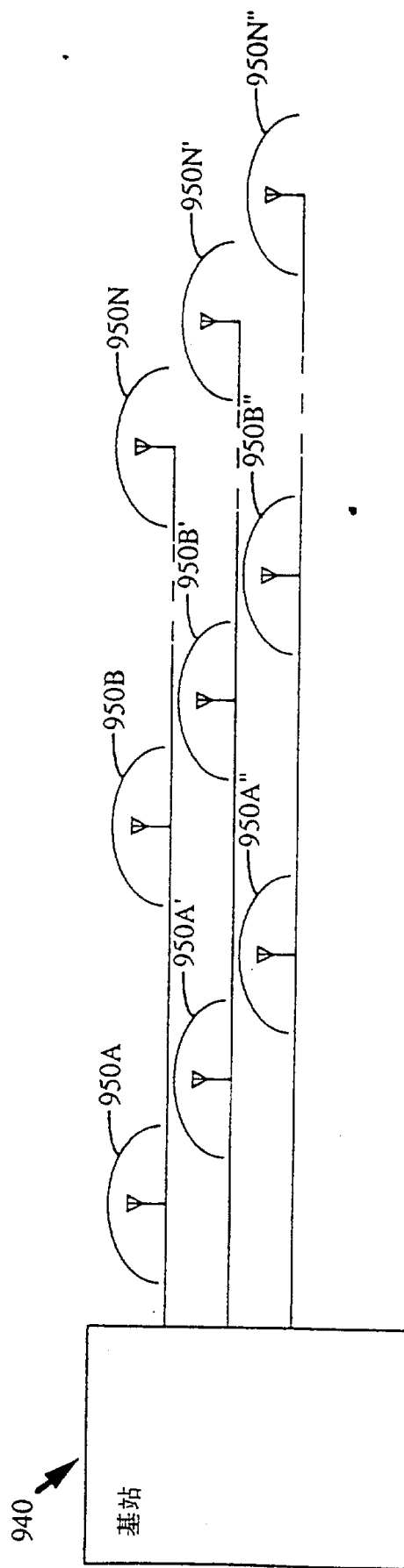


图 11

801

